

Комунальне господарство міст

УДК 691.015.42

М.С.ЗОЛОТОВ, канд. техн. наук, А.А.ШЕЛКОВИН,

С.В.ВОЛЮВАЧ, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Приводятся результаты сравнительных испытаний жидкостекольных композиций, разработанных авторами, с применяемыми в строительстве при воздействии на образцы растворов повышенных положительных и отрицательных температур.

Наводяться результати порівняльних випробувань рідкоскляних композицій, розроблених авторами, з вживаними в будівництві при дії на зразки розчинів підвищених позитивних і негативних температур.

Results of comparative tests liquid-glass compositions, developed by authors, with applied in construction, when influence to solutions samples of high positive and negative temperatures, are given.

Ключевые слова: жидкое стекло, акриловый компаунд, фурфуроловый спирт, композиция, повышенные температуры, отрицательные температуры.

Кислотостойкие растворы на основе жидкого стекла широко применяются в промышленном и коммунальном строительстве, а также при ремонте и реконструкции промышленных объектов для защиты конструкций и сооружений от кислых агрессивных сред [1-7]. Наиболее распространенный вид конструкций, например, покрытия полов, а также облицовка различных каналов, тоннелей, газоходов. На ряде металлургических, химических, коммунальных, пищевых и других производств, ГРЭС, ТЭЦ из полимерсиликатного раствора выполнена также защита фундаментов под оборудование. Как показали исследования, в случае переменных температурных воздействий (положительных или отрицательных) срок службы конструкций из полимерсиликатных составов между капитальными ремонтами сокращается до трех лет. Поэтому необходимо улучшить качество применяемых конструкций с использованием новых эффективных материалов. К этим задачам относится создание новых кислотостойких расширяющихся композиций на основе жидкого стекла, обладающих повышенной непроницаемостью и удовлетворяющих требованиям проведения работ в условиях реконструкции.

Ету задачу автори вирішили путем введення в жидкостекольні смеси комплексу активних добавок, забезпечуючих реалізацію нових властивостей матеріала. В якості таких добавок автори використовували акриловий компаунд і фурфуроловий спирт [8-13]. Акриловий компаунд складався з полімера (АСТ-порошок) і отвердителя (АСТ-Т-полімер).

Разработанные составы подвергались испытаниям на положительные и отрицательные температурные воздействия.

Для сравнения с разработанными составами исследовались составы без добавок полимеров. Составы растворов приведены в таблице.

Составы кислотостойких растворов и бетонов

Составы	Компоненты % от сухой смеси к массе										
	кремнефтористый натрий, %, кг/м ³	пятихатская каолиновая глина, %, кг/м ³	окись алюминия (глинозем), %, кг/м ³	алюминиевая пудра ПАП – 2, % кг/м ³	акриловый полимер, % кг/м ³	отвердитель, % кг/м ³	фурфуроловый спирт, %, кг/м ³	диабазовая мука, %, кг/м ³	речной кварцевый песок, %, кг/м ³	жидкое стекло (1,4) сверх массе сухого, %, кг/м ³	общая масса компонентов без жидкого стекла, кг
Р I	3,81 7,62							46,19 923,8	50,0 1000	25,4 508	2000
Р II	3,99 79,8	5,0 100	5,0 100	0,05 0,1				36,005 720,1	50,0 1000	26,6 532	2000
Р III	3,71 74,2		5,0 100	0,05 0,1	2,5 50	1,4 28		37,385 747,7	50,0 1000	24,73 494,7	2000
Р IV	2,89 57,8						1,0 20,0	46,11 922,2	50,0 1000	19,27 385,3	2000
											2508
											2532
											2494,7
											2385,3

Перед проведением испытаний на температурные воздействия было определено водопоглощение образцов.

Для проведения испытаний на водопоглощение все образцы помещали в воду при нормальной температуре. Уровень воды был выше образцов не менее чем на 200 мм. Перед погружением в воду все образцы взвешивались. Водопоглощение растворных образцов определяли весовым методом. Образцы находились в воде до того момента, пока их масса не становилась постоянной. Через каждые 24 ч образцы вынимали из воды, протирали ветошью и взвешивали. Затем снова погружали в воду. Взвешивание проводили до момента полного водонасыщения.

Водопоглощение определяли по формуле

$$\nu = (m_1 - m_2) \times 100\%, \quad (1)$$

где m_1 – масса образца до погружения в воду; m_2 – масса образца после погружения в воду.

В качестве растворных образцов использовали кубы размером 100×100×100 мм.

При повышенных температурах испытывались растворные образцы в виде балочек размером 40 x 40 x 160 мм.

Испытывали образцы воздушного твердения, достигшие 28-суточного возраста.

Цикл испытаний осуществляли следующим образом. Образцы помещали в сушильный шкаф типа СНОЛ, где при 120 °С нагревали в течение 4 ч, после чего погружали в воду на 4 ч, а затем в течение 18 ч хранили на воздухе. Через каждые 20 циклов для определения потери их массы образцы взвешивали затем проводили определение прочности этих образцов, а также контрольных образцов при изгибе и сжатии на прессе FP 100/1.

Испытания на воздействие отрицательных температур, т.е. на морозостойкость проводили следующим образом.

Образцами являлись кубы размером 100x100x100 мм. Испытаниям на морозостойкость по ГОСТ 10060-87 они подвергались после 28 дней твердения на воздухе и выдерживания в воде до полного водонасыщения. Цикл испытаний на морозостойкость: 4 ч выдержки в холодильной камере при температуре -15...-20 °С, остальное время суток – в воде с температурой +15...+20 °С. Часть образцов (по три в серии) после извлечения из морозильной камеры не погружалась в воду, а хранилась на воздухе при комнатной температуре (20...24 °С) и относительной влажности воздуха 45...55%. Через каждые 10 циклов определялась прочность образцов растворов.

Результаты экспериментов по определению водопоглощения представлены на рис.1, где показана кинетика поглощения воды растворными образцами. Анализ этих графиков говорит о том, что наиболее активное водопоглощение происходит в первые трое суток. Затем оно замедляется и прекращается через 8 суток выдерживания образцов в воде.

Наибольшее водопоглощение наблюдалось для состава РII – 6,5%, затем у состава РI – 5,6%. Наименьшее водопоглощение у состава РIV. Оно составило 1,2%, а для состава РIII – 3,4%.

Анализ полученных результатов показывает, что наименьшее водопоглощение наблюдалось у состава IV, в который входит фурфуролиловый спирт. Хороший результат наблюдается также и у состава III с добавкой акрилового компаунда.

Изучение данных по потере массы испытываемых образцов по

сравнению с контрольными показал следующее. Снижение массы особенно заметно после 40 циклов испытаний. У состава Р I наблюдается снижение массы после 40 циклов на 4%, у состава Р II – на 8%, у состава Р III – на 1,8%, у Р IV – на 1,4%. К концу испытаний, т.е. через 100 циклов испытаний масса снижается еще значительней: состав Р I – на 6,5%; состав Р II – на 13,6%; состав Р III – на 4,1%; состав Р IV – на 3,2%.

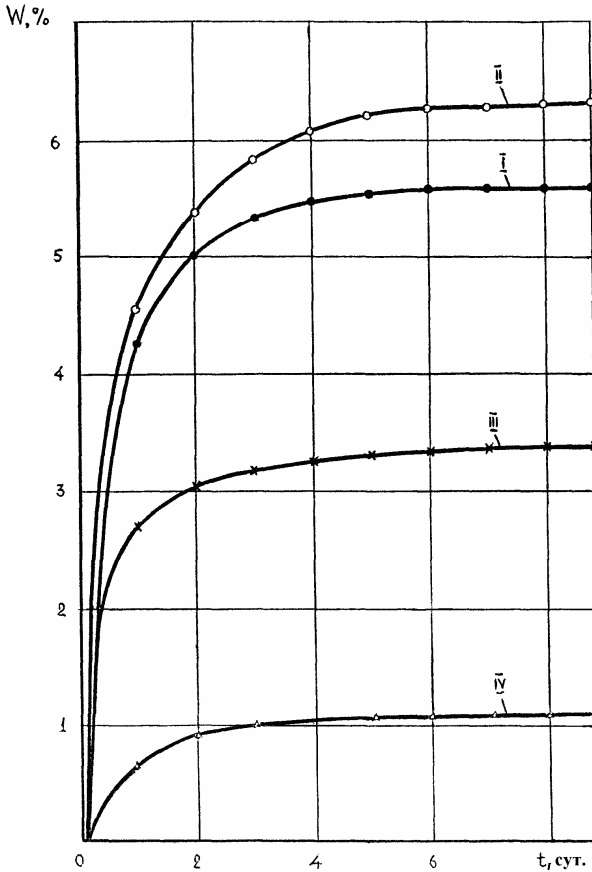


Рис.1 – Кинетика водопоглощения растворяемых образцов

Нужно отметить, что в образцах Р I и Р II после 40 циклов испытаний наблюдалось частичное их разрушение.

Результаты исследований прочности испытуемых образцов однозначно коррелируют с приведенными выше данными.

Скорость приложения нагрузки при определении прочности образцов на изгиб и сжатие была принята равной 2 МПа/с, а температура воздуха колебалась в пределах 18-20 °С.

Определение прочности при изгибе выполняли на образцах-балочках длиной 160 мм и поперечным сечением 40х40 мм в специальном приспособлении на прессе FP 100/1 со шкалой силоизмерителя 10 кН.

Предел прочности при изгибе подсчитывали по формуле

$$G = M / W , \quad (2)$$

где M – максимальный изгибающий момент, предшествующий разрушению; W – момент сопротивления площади поперечного сечения балки.

Предел прочности при сжатии вычисляли путем деления разрушающей нагрузки P на первоначальную площадь поперечного сечения F_0 , т.е.

$$G = P_{\max} / F_0 . \quad (3)$$

Результаты определения прочности при кратковременном статическом нагружении на сжатие и изгиб приведены на графиках изменения прочности образцов в зависимости от количества циклов испытаний (рис.2).

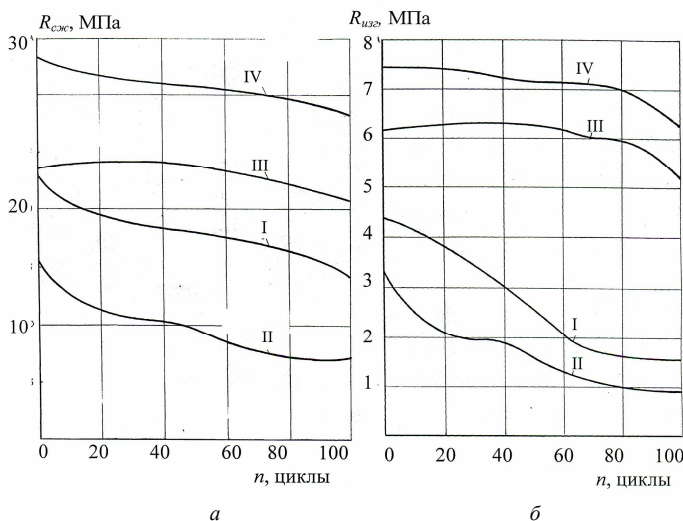


Рис.2 – Изменение прочности на сжатие (а) и на изгиб (б) растворяемых образцов при испытании на теплостойкость:

I – раствор Р I; II – раствор Р II; III – раствор Р III; IV – раствор Р IV.

По результатам испытаний и из графиков видно, что прочность при сжатии и изгибе значительно уменьшается после 40 циклов испытаний. Особенно отмечено снижение предела прочности как при изгибе, так и при сжатии у растворяемых образцов I и II составов. Уже после 40 циклов у P I предел прочности при сжатии снизился на 19,5%, а в образцах P II он снизился на 32,5%. Еще большее снижение прочности наблюдается в этих составах после 80 циклов: P I – 31,7%; P II – на 49,2%.

Однако на протяжении всех испытаний в образцах составов III и IV наблюдается незначительное и равномерное снижение прочности. Так, у состава III после 80 циклов прочность снижается на 3,2, у состава IV – на 2,9%. Причем к 80 циклу снижение прочности как у III, так и у IV составов замедляется. Очевидно, что определенным образом сказывается на прочности составов введение в P III акрилового компаунда, а в P IV – фурфуроливого спирта.

Испытания на морозостойкость образцов растворов показало следующее. В образцах составов P I и P II после 50 циклов замораживания наблюдалось снижение массы и их разрушение. После 100 циклов снижение массы состава PI произошло на 3,6, а у P II на 3,7%.

В образцах P III и P IV снижение массы составило всего около 0,4%. Разрушение образцов не наблюдалось.

Результаты испытания образцов на прочность приведены на графике (рис.3).

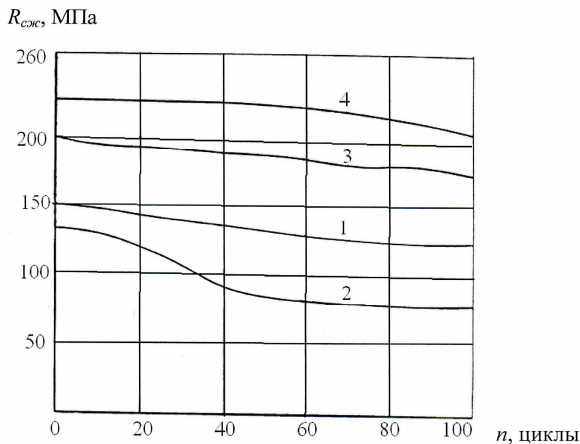


Рис. 3 – Изменение прочности образцов растворяемых составов (100x100x100 мм) при испытании на морозостойкость:
1 – раствор PI; 2 – раствор PII; 3 – раствор PIII; 4 – раствор PIV.

Анализ результатов этих испытаний показал следующее. Наибольшее снижение предела прочности в образцах составов Р I и Р II, причем у состава РII снижение прочности наиболее заметно после трех циклов испытания. После 30 циклов у образцов РI прочность снизилась на 3,2%, а после 100 циклов – на 15,9%, а у образцов РII прочность снизилась после 30 циклов на 3,6%, а после 100 циклов – на 50,2%.

Наиболее прочными при испытаниях оказались образцы составов III и IV. Даже после 100 циклов испытаний прочность у Р III снизилась на 11,9%, а у Р IV – на 7,5%.

Таким образом, результаты исследований физико-механических свойств жидкостекольных композиций при испытании их на теплостойкость и морозостойкость показывают, что наиболее прочными являются образцы составов III и IV. Вместе с тем необходимо провести еще ряд экспериментов по определению их физико-механических и физико-химических свойств.

1. Бабушкина М.И. Жидкое стекло в строительстве. – Кишинев: Картя молovenяскэ, 1971. – 223 с.

2. Винарский В.Л. Защитные покрытия и футеровки в строительстве. – К.: Будівельник, 1976. – 173 с.

3. Репин А.А., Хрусталев Н.В., Кем А.Е. Антикоррозионные кислотоупорные материалы и покрытия в промышленном строительстве. – Челябинск: Кн. изд-во, 1988. – 155 с.

4. Корнеев В.И., Данилов В.В. Производство и применение растворимого стекла: Жидкое стекло. – Л.: Стройиздат, 1991. – 176 с.

5. Корнеев В.И., Данилов В.В. Растворимое и жидкое стекло. – СПб.: Стройиздат, 1996. – 216 с.

6. Чехов А.П., Глушенко В.М. Захист будівельних конструкцій від корозії. – К.: Вища шк., 1994. – 224 с.

7. Золотов М.С., Волювач С.В., Шелковин А.А. Особенности твердения жидкостекольных композиций // Комунальне господарство міст: Наук.-техн. зб. Вип.99. – Х.: ХНАМГ, 2011. – С.431-435.

8. Золотов М.С., Супрун О.Ю. Ресурсосберегающие жидкостекольные смеси для защиты строительных конструкций коммунальных предприятий от коррозии // Матер. Всеукр. наук.-практ. конф. «Проблемы та перспективи енерго-, ресурсозбереження житлово-комунального господарства». – Алушта: ХОП НТТ КГ та ПО, ХНАМГ, 2005. – С.134-137.

9. Золотов М.С., Супрун О.Ю. Состав полимерсиликатов с применением акрилового компаунда // Тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. интернет-конф. «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве». – Харьков: ХНАГХ, 2006. – С. 55-56.

10. Супрун О.Ю., Золотов М.С. Жидкостекольные композиции для защиты от коррозии бетонных и железобетонных конструкций сооружений водоснабжения и водоотведения // Комунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.74. – К.: Техніка, 2006. – С.336-340.

11. Кислотостійка полімерсилікатна композиція / Патент на корисну модель №2349 Україна, МПК C04B 28/26 (Золотов М.С., Супрун О.Ю., Волювач С.В. та ін.); Опубл. 15.01.2007 р., Бюл. № 1.

12. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Волювач С.В., Супрун О.Ю. Состав полимерсиликатных растворов с добавками акрилового компаунда // Тези доп. II наук.-практ. конф.

«Сучасні тенденції розвитку і виробництва силікатних матеріалів». – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2008. – С.59-61.

13. Кислототривкий полімермінеральний розчин / Патент на корисну модель №63416 Україна, МПК СО 4 В 28/26 / Л.М. Шутенко, С.В. Волювач, М.С. Золотов, О.О. Шелковін та ін.; Опубл. 10.10.2011 р., Бюл. №19.

Получено 25.10.2011

УДК 624.154.5

Є.Г.КОСТОЧКА, В.П.ЛЕВЧЕНКО, О.П.НОВИЦЬКИЙ

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ БУРОІН'ЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ ЗА ДАНИМИ СТАТИЧНИХ ВИПРОБОВУВАНЬ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ В ПРОЦЕСІ БУДІВНИЦТВА

Шляхом проведення паралельних досліджень несучої здатності буріноін'єкційних паль за даними статичних випробовувань ґрунтів палями і шляхом спостережень за осіданнями будівель зі стрічковими ростверками таких паль встановлено, що осідання палі у складі стрічкового ростверку більше ніж поодинокі.

Путем проведения параллельных исследований несущей способности буронагрекционных свай по результатам статических испытаний грунтов сваями и путем наблюдений за осадками зданий с ленточными ростверками таких свай установлено, что осадка сваи в составе ленточного ростверка больше чем одиночной.

Determined that the settlements of piles in consisting of band grid more than single pile by means of parallel experimentation root pile capacity according to static loading test of pile and observations over the settlements of buildings on these pile.

Ключові слова: буріноін'єкційна паля, несуча здатність, статичні випробовування ґрунтів палями, осідання, стрічковий ростверк.

З роботи [4] відомо про ефект зменшення несучої здатності паль при роботі їх у складі ростверку порівняно до роботи поодинокі палі. Це явище виникає за рахунок накладання епюр напружень в ґрунті, у вістрі паль, коли вони працюють у складі ростверку. Невідомими є експериментальні підтвердження цього явища для буріноін'єкційних паль. Тобто, взагалі, для паль, які влаштовуються з ущільненням навколишнього ґрунту.

При проектуванні палевих фундаментів ефект куца враховується шляхом використання коефіцієнту ζ , переходу від граничного значення середнього осідання будівлі чи споруди, що проектується $S_{u, \text{мт}}$, до осідання палі, що отримане при статичних випробовуваннях з умовною стабілізацією осідання. Коли випробовування паль ведуть зі стабілізацією осідання кожного ступеню навантаження, як це передбачено сучасним ДБН і ДСТУ, то слід приймати $\zeta = 0,2$.

Критерієм достовірності проектних рішень основ і фундаментів є перевірка осідань будівель і споруд в натурних умовах, шляхом вимірю-